

Pesticidas organoclorados

Información general

Los pesticidas organoclorados son eficaces contra una gran variedad de insectos. El hexaclorobenceno y el pentaclorofenol se han utilizado principalmente como fungicidas. Estos compuestos químicos se empezaron a utilizar en 1940 y hoy en día son raramente utilizados en los Estados Unidos debido a su tendencia a permanecer en el medio ambiente. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) prohibió muchos de los usos de estos compuestos químicos durante 1970 y 1980. A pesar de que la mayoría de estos compuestos químicos ya no se producen en los Estados Unidos, todavía se siguen utilizando en otros países.

Los pesticidas organoclorados se dispersan en el medio ambiente a partir de la acumulación de desechos contaminados en los vertederos de basura, de la polución causada por los incineradores de basura y de la liberación de gases en las fábricas que producen estos compuestos químicos. En los sistemas acuáticos, los pesticidas organoclorados se absorben en sedimentos en el agua que luego se bioconcentran en los mamíferos marinos. Debido a que son solubles en grasa, estos compuestos químicos se encuentran en mayores concentraciones en

los alimentos con un alto contenido en material graso. El consumo de alimentos con grasas que pueden estar contaminadas con pesticidas organoclorados (p.ej. leche y productos lácteos contaminados, pescado y ballenas) causa una mayor exposición a estos compuestos químicos. Los niños se pueden ver expuestos mediante el consumo de leche materna y por medio de la placenta en el útero. Se desconocen los efectos que la exposición a los compuestos organoclorados causa en la salud de la población general. Los trabajadores se ven expuestos a los compuestos organoclorados durante la producción, formulación o aplicación de estos compuestos químicos. La Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) y la Administración de Salud y Seguridad Ocupacionales (OSHA) han establecido una serie de criterios para determinar cuáles son los niveles permitidos de esos compuestos químicos en los alimentos, en el medio ambiente y en el lugar de trabajo.

Los pesticidas organoclorados constituyen un tipo único de pesticidas debido a su estructura cíclica, a su número de átomos de cloro y a su baja volatilidad. Pueden clasificarse en cuatro categorías: diclorodifeniletanos (p.ej. DDT), ciclodienos, bencenos clorados (p.ej. hexaclorobenceno [HCB]) y ciclohexanos (p.ej. hexaclorociclohexano [HCH]). La Tabla 153 muestra los pesticidas organoclorados precursores analizados en este Informe y sus metabolitos. Por ejemplo, el DDT se convierte a DDE durante el proceso metabólico. La detección de estos compuestos químicos puede reflejar

Tabla 153. Pesticidas organoclorados y sus metabolitos

Pesticida organoclorado (Número CAS)	Pesticida o metabolito presente en el suero (Número CAS)	Pesticida urinario o metabolito(s) (Número CAS)
Hexaclorobenceno (118-74-1)	Hexaclorobenceno (118-74-1)	Pentaclorofenol (87-86-5) 2,4,6-Triclorofenol (88-06-2) 2,4,5-Triclorofenol (95-95-4)
Hexaclorociclohexanos incluyendo isómeros beta-HCH (319-85-7) y gamma-HCH (58-89-9)	Hexaclorociclohexano (608-73-1)	Pentaclorofenol (87-86-5) 2,4,6-Triclorofenol (88-06-2) 2,4,5-Triclorofenol (95-95-4)
DDT (50-29-3) <i>p,p'</i> -DDT (50-29-3) <i>o,p'</i> -DDT (789-02-6)	<i>p,p'</i> -DDE (72-55-9)	
Heptacloro (76-44-8)	Heptacloro epoxi (1024-57-3)	
Mirex (2385-85-5)	Mirex (2385-85-5)	
Clordano (12789-03-6)	Oxiclordano (27304-13-8)	
Pentaclorofenol (87-86-5)		Pentaclorofenol (87-86-5) 2,4,6-Triclorofenol (88-06-2) 2,4,5-Triclorofenol (95-95-4)

tanto una exposición crónica reciente como una exposición crónica acumulada o ambas. Ciertos metabolitos pueden producirse a partir del metabolismo de más de un pesticida. La detección de un metabolito en la orina o en la sangre de una persona puede, además de sugerir la exposición a su pesticida precursor, reflejar también la exposición al metabolito mismo, si éste está presente en el ambiente en donde vive la persona.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso de los pesticidas organoclorados, presentadas en las tablas

Las concentraciones en suero por gramo de tejido graso de los pesticidas organoclorados o sus metabolitos fueron analizadas en una submuestra de participantes de NHANES de 12 años de edad en adelante. Estas submuestras fueron seleccionadas al azar entre rangos de edad específicos considerados representativos de la población de los Estados Unidos. Las concentraciones de estos metabolitos en orina se analizaron en personas de 6 años de edad en adelante. La detección de estos niveles de metabolitos de pesticidas organoclorados en orina es posible debido a los avances en química analítica. La detección de una cantidad cuantificable de uno o más metabolitos en suero u orina no significa necesariamente que esos niveles de pesticidas organoclorados vayan a causar un efecto negativo en la salud. Todavía no se sabe si los niveles de pesticidas organoclorados presentados aquí deben ser causa de preocupación en el ámbito de la salud y deben realizarse más investigaciones para poder determinarlo.

Esta información ofrece valores de referencia a los médicos para que puedan determinar si las personas han estado expuestas a niveles más altos de pesticidas organoclorados que los encontrados entre la población general. Estos resultados también les ayudarán a los científicos a planear y realizar investigaciones sobre la exposición a los pesticidas organoclorados y sus efectos en la salud.

Hexaclorobenceno

Número CAS 118-74-1

Información general

El hexaclorobenceno (HCB) es un pesticida organoclorado que alguna vez se utilizó en los Estados Unidos como fungicida para la protección de semillas para cultivos. La EPA prohibió su uso en 1984, aunque la utilización del HCB había empezado a disminuir desde la década de 1970. No obstante, el HCB se sigue produciendo y utilizando en otros países. Asimismo, se ha disminuido el límite permitido de las concentraciones de HCB que pueden estar presentes en los productos derivados de la producción de otros compuestos químicos. La exposición al HCB ha causado graves daños a la salud. Por ejemplo, de los años 1955 a 1959, las semillas tratadas con polvos de HCB se procesaban para hacer pan y éste era consumido por personas que

vivían al sureste de Turquía. Las personas que se vieron expuestas a cantidades significativas de este compuesto químico contrajeron porfiria y otras afecciones, incluyendo debilidad, parestesia, hiperpigmentación, tiromegalia y artritis. Los niños nacidos de madres que se vieron expuestas a este compuesto químico durante ese período contrajeron úlceras en la piel y muchos murieron en los primeros dos años de vida (Peters et al., 1982). En estudios realizados en animales de laboratorio se ha comprobado que el HCB causa trastornos en el sistema reproductivo y trastornos del desarrollo.

El pentaclorofenol (PCP), el 2,4,5-triclorofenol (245TCP) y el 2,4,6-triclorofenol (246TCP) son metabolitos urinarios del HCB. La concentración de pentaclorofenol en orina puede deberse a la exposición a otros hidrocarburos clorados como pentaclorobenceno, hexaclorociclohexano o pentacloronitrobenzoceno. En forma similar, la presencia de concentraciones de 245TCP y 246TCP en orina puede deberse a la

Tabla 154. Hexaclorobenceno (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1702
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	591
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1111
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	807
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	895
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	583
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	350
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	636

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 60.5 ng/g de lípido (SD 19.3, valor máximo 118). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

exposición a otros hidrocarburos clorados como el hexaclorociclohexano. Debido a que la presencia de las concentraciones de PCP, 245TCP y 246TCP en orina puede deberse también a la exposición a compuestos químicos diferentes al HCB, el análisis de la concentración de HCB en suero es un indicador más específico de la exposición a este pesticida en particular.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del HCB, presentadas en las tablas

No hay recomendaciones generales establecidas para el análisis de las concentraciones de HCB en suero. La presencia de HCB se detectó en solamente el 0.6% de los participantes de la submuestra de NHANES 1999-2000.

Se ha informado de casos en los cuales el aumento de las concentraciones de HCB en el tejido adiposo estaba directamente relacionado con la edad de la persona (Bertram et al., 1986). Grimalt et al. (1994) descubrieron que las personas que viven cerca de las fábricas que producen HCB tenían concentraciones de HCB en suero casi 5 veces mayores que los residentes de otras comunidades tomadas como factor de referencia. En otro estudio, los niveles de HCB en suero de los trabajadores de una fábrica de producción de HCB eran casi de 5 veces mayores que las concentraciones determinadas en la población local (Herrero et al., 1999). En un análisis realizado en una muestra de conveniencia de 287 personas que vivían cerca de un botadero de basura durante 1984 a 1986, se determinó una mediana de la concentración de HCB en suero de 0.189 µg/L (aproximadamente 31 nanogramos por gramo de tejido graso) (Needham et al., 1990). Aproximadamente 25 años después del incidente en Turquía, los niveles promedio de las concentraciones de HCB en la leche materna de mujeres con porfiria que vivían en el área donde se presentó la exposición eran casi siete veces más elevadas que las concentraciones detectadas en mujeres que no tenían porfiria y que vivían fuera del área afectada (Peters et al., 1982). El HCB permanece cerca de 15 años en el tejido adiposo

Hexaclorociclohexano

Número CAS 608-73-1

Información general

El hexaclorociclohexano (HCH) es un pesticida organoclorado que tiene varias formas isoméricas: alfa, beta, gamma y delta. El isómero gamma, conocido comúnmente como lindano, es el único isómero que tiene actividad insecticida. Los otros isómeros son utilizados bien sea como fungicidas o en la síntesis de otros compuestos químicos y se pueden generar a partir de la síntesis del lindano. El HCH de grado técnico contiene todos los cuatro isómeros pero mayoritariamente el isómero alfa. A pesar de que la producción del lindano y del HCH de grado técnico se prohibió en los Estados Unidos a finales de los 70 y a principios de los 80, estos compuestos químicos todavía se producen en otros países. En los Estados Unidos, el lindano tiene un uso

restringido en la agricultura y en el tratamiento de sarna y piojos en humanos.

Los isómeros de HCH se convierten principalmente en clorofenoles durante los procesos metabólicos, como en el caso de 2,4,6-triclorofenol, 2,4,5-triclorofenol y 2,3,5-triclorofenol. El beta HCH tiene una vida media de eliminación en sangre de 7 años, mientras que el gamma HCH tiene una vida media de eliminación en sangre de 20 horas.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del beta HCH, presentadas en las tablas

La organización *Deutsche Forschungsgemeinschaft* (2000) estableció un nivel de tolerancia biológico de 25 µg/L para las concentraciones en suero o en plasma (aproximadamente 4,200 nanogramos por gramo de tejido graso) presentes en los trabajadores al final de su

Tabla 155. Beta-hexaclorociclohexano (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	9.68 (<LOD-10.4)	< LOD	< LOD	< LOD	19.0 (17.0-20.7)	42.0 (35.9-47.1)	68.9 (52.7-80.5)	1893
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	11.4 (<LOD-16.2)	653
20 años en adelante	10.9 (10.1-11.7)	< LOD	< LOD	< LOD	21.0 (19.1-23.8)	46.0 (39.6-50.7)	73.4 (59.3-90.2)	1240
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	14.5 (11.8-17.1)	29.8 (25.1-36.1)	44.6 (37.5-56.2)	901
Mujeres	11.1 (10.2-12.0)	< LOD	< LOD	< LOD	22.0 (19.4-27.5)	51.3 (44.0-64.4)	81.1 (68.9-102)	992
Raza/grupo étnico								
México-americanos	16.7 (13.6-20.4)	< LOD	< LOD	15.5 (11.6-20.4)	37.5 (26.9-51.5)	97.9 (60.9-139)	139 (97.9-200)	632
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	14.7 (12.4-21.1)	36.6 (30.0-41.7)	48.9 (40.9-81.1)	403
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	17.5 (15.3-19.4)	34.4 (27.0-44.0)	51.3 (44.6-64.4)	702

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 4.8 ng/g de lípido (SD 1.7, valor máximo 9.36). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

turno de trabajo. Los valores presentados en esta submuestra de NHANES 1999-2000 están muy por debajo de los niveles que indicarían un nivel de exposición peligrosa para los trabajadores.

Desde 1970, se ha ido presentando una disminución de las concentraciones de beta HCH en la población de los Estados Unidos (Radomski et al., 1971; Stehr-Green et al., 1989; Kutz et al., 1991; Sturgeon et al., 1998). Kutz et al. (1991) estimaron que casi el 100% de la población de los Estados Unidos tenía concentraciones detectables de beta HCH en el tejido adiposo en 1970 y que en 1980 ese porcentaje se había reducido a un 80%; con una disminución del nivel promedio de beta HCH en tejido adiposo de 0.37 de μg por gramo de tejido graso (370 ng/gramo) en 1971 a 0.10 de μg por gramo de tejido graso (100 ng/gramo) en 1983. El beta HCH es generalmente el isómero que tiene las concentraciones más elevadas en la población general. En un estudio realizado en una población control de Canadá (n = 70) en 1994, el promedio de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del beta HCH (Lebrel et al., 1998) era similar a la media geométrica de los niveles

determinados en esta submuestra de NHANES 1999-2000. En 1976, un estudio de una población control de 7,712 mujeres danesas determinó una mediana de 119 ng/gramo para las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del beta HCH (Hoyer et al., 1998). La diferencia entre esos niveles detectados en 1976 y los niveles actuales en los Estados Unidos puede significar un cambio global de los niveles a través del tiempo.

Previamente la Comisión Alemana de Vigilancia Biológica (*German Commission on Biological Monitoring*) había observado que los niveles de beta HCH aumentaban con la edad de la persona (Ewers et al., 1999). Adicionalmente, una relación positiva entre las concentraciones de beta HCH y la edad había sido observada previamente tanto en una submuestra, no aleatoria, de NHANES II (1976-1980) como en un análisis de las concentraciones de beta HCH en el tejido adiposo (Stehr-Green et al., 1989; Kutz et al., 1991). También se ha observado que las mujeres tienen concentraciones más elevadas de beta HCH en suero (Stehr-Green et al., 1989) pero no así en el tejido adiposo (Burns, 1974). En este Informe no fue posible realizar

Tabla 156. Gamma-hexaclorociclohexano (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1799
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	660
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1139
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	863
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	936
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	631
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	380
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	646

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 7.5 ng/g de lípido (SD 2.4, valor máximo 14.5). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

comparaciones entre las medias geométricas de cada grupo demográfico. En los percentiles superiores se observaron diferencias similares a las reportadas en los estudios mencionados anteriormente. Se desconoce si las diferencias observadas según edad, sexo o raza o grupo étnico son un reflejo de diferencias originadas en el tipo de exposición, en su relación con el tamaño del cuerpo o en el metabolismo.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del gamma HCH, presentadas en las tablas

Las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del gamma HCH (lindano) fueron analizadas en una submuestra de participantes de NHANES 1999-2000 de 12 años de edad en adelante. Estas submuestras fueron seleccionadas al azar entre rangos de edad específicos considerados representativos de la población de los Estados Unidos. El lindano se detectó solamente en un 1.7% de la población que participó en este *Informe*. Estos resultados son parecidos a otras mediciones hechas en muestras no aleatorias de la población general de los Estados Unidos (Radomski et al., 1971; Dorgan et al., 1999). Los niveles de lindano en la población general de otros países pueden ser más elevados que los niveles en la población de los Estados Unidos (Radomski et al., 1971) y esto se debe probablemente a las diferentes formas en que se utilizan los pesticidas en cada región. Según la Comisión Alemana de Vigilancia Biológica Humana, 0.3 µg/L de sangre debe ser el límite superior de referencia para las concentraciones de gamma HCH entre la población general (Ewers et al., 1999).

Las concentraciones de lindano en suero en los trabajadores que laboran en la fabricación, procesamiento, aplicación o formulación del HCH fueron varias veces más elevadas que los niveles encontrados en las personas que no tenían una exposición ocupacional conocida al pesticida (Nigam et al., 1986; Radomski et al., 1971; Angerer et al., 1983). Varias agencias y organizaciones han establecido recomendaciones de lo que debe ser el índice de exposición biológica para las concentraciones de lindano en la sangre. En el Reino Unido, el valor de referencia para el lindano es de 35 nanomoles por litro (aproximadamente 1,700 nanogramos por gramo de tejido graso) en sangre completa o 70 nanomoles por litro en plasma (Wilson et al., 1999). La Comisión Alemana para la Investigación de los Peligros para la Salud causados por los Compuestos Químicos en el Lugar de Trabajo (*German Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area*) tiene establecido una valor de tolerancia biológico para el lindano de 20 µg/L (aproximadamente 3,300 nanogramos por gramo de tejido graso) (Deutsche Forschungsgemeinschaft, 2000). Los niveles presentados en este *Informe* están muy por debajo de los niveles que indicarían un nivel de exposición peligrosa para los trabajadores.

Diclorodifeniltricloroetano

Número CAS 50-29-3 para el grado técnico

Información general

El diclorodifeniltricloroetano (DDT) es un insecticida que inicialmente fue utilizado por los militares en la década de 1940 para protegerse contra los mosquitos portadores de enfermedades (p.ej. malaria). La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibió en 1973 el uso del DDT en los Estados Unidos y este compuesto químico ya no se produce en este país. Sin embargo, el DDT todavía se utiliza y se produce en cantidades limitadas en otros países. El DDT disponible comercialmente (grado técnico) contiene dos formas químicas de DDT: *p,p'*-DDT y *o,p'*-DDT.

La alimentación es la principal fuente de exposición al DDT entre la población general. El consumo de grandes cantidades de pescado proveniente de los Grandes Lagos

aumentará la exposición de la persona al DDT. Se calcula que el consumo de alimentos contaminados con DDT en los Estados Unidos ha disminuido desde la década de 1950 (Walker et al., 1954; Durham et al., 1965; Duggan and Corneliussen, 1972). Sin embargo, los alimentos importados a los Estados Unidos desde otros países que todavía utilizan DDT pueden estar contaminados con DDT. Los alimentos que provienen de regiones tropicales pueden contener más DDT debido a que éste se utiliza mucho más en estas regiones.

Uno de los metabolitos más importantes del DDT es el 1,1'-(2,2-dicloro-etilo)-bis[4-clorobenceno] (DDE), que puede producirse en las personas o en el medio ambiente. El DDE permanece por más tiempo en el medio ambiente y en las personas que el DDT. La presencia del DDT en el cuerpo refleja tanto una exposición relativamente reciente al compuesto químico como una exposición acumulada ocurrida en el pasado. Una proporción en la que hay una mayor concentración de DDT frente a una concentración menor de DDE puede

Tabla 157. *p,p'*-DDT (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	28.0 (21.1-34.0)	1679
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	677
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	30.5 (22.8-37.3)	1002
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	25.1 (<LOD-37.3)	799
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	29.4 (22.9-36.8)	880
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	61.3 (28.9-150)	150 (63.4-493)	635
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	22.2 (<LOD-30.5)	31.5 (22.3-69.1)	356
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	564

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 10.6 ng/g de lípido (SD 3.4, valor máximo 20.7). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

indicar una exposición reciente, y una proporción en la que hay una menor concentración de DDT frente a una concentración mayor de DDE puede indicar una exposición ocurrida tiempo atrás (Radomski et al., 1971).

Los efectos del DDT en la salud tras grandes exposiciones accidentales o en el lugar de trabajo ya han sido descritos en otros estudios (Hayes, 1976). En los trabajadores que se han visto expuestos al compuesto químico se ha observado la elevación de los niveles de las enzimas hepáticas en las concentraciones en suero. Según estudios realizados en animales de laboratorio, los efectos tóxicos causados por el DDT incluyen infertilidad, (Jonsson et al., 1975), disminución de la producción de óvulos (Lundberg, 1974), retraso del crecimiento intrauterino (Fabro et al., 1984), cáncer (Cabral et al., 1982), trastornos neurológicos del desarrollo (Eriksson et al., 1990) y muerte fetal (Clement and Okey, 1974). La relación entre la exposición al DDT y el cáncer de mama se ha estudiado, pero no ha sido claramente establecida (Lebel et al., 1998; Hoyer et al.,

1998; Helzlsouer et al., 1999; Hunter et al., 1997). La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasifica al DDT (p,p'-DDT) como un posible carcinógeno humano; el Programa Nacional de Toxicología (NTP) anticipa que hay razones suficientes para considerarlo un carcinógeno humano; y la EPA lo clasifica como un probable carcinógeno humano.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del DDT y el DDE, presentadas en las tablas

Los percentiles 95 del p,p'-DDT y del p,p'-DDE que se presentan en este Informe son casi 15 y 5 veces menores respectivamente que los niveles determinados en 1976-1980 en una submuestra no aleatoria de participantes de NHANES II (Stehr-Green et al., 1989). La disminución en los niveles encontrados en los Estados Unidos es consistente con la disminución en el uso y en la producción de estos compuestos químicos. En un análisis realizado en 1976 entre 717 mujeres danesas que

Tabla 158. p,p'-DDE (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	260 (234-289)	74.4 (66.3-84.5)	114 (99.8-129)	226 (191-266)	537 (485-604)	1150 (1010-1310)	1780 (1520-2230)	1964
Edad								
12-19 años	118 (101-137)	44.8 (34.8-55.0)	69.4 (59.2-80.3)	108 (90.6-132)	185 (141-233)	339 (255-448)	528 (364-659)	686
20 años en adelante	297 (267-330)	86.0 (75.2-96.4)	129 (115-150)	267 (228-303)	608 (532-691)	1250 (1100-1430)	2020 (1570-2450)	1278
Sexo								
Hombres	249 (221-281)	79.0 (68.6-88.2)	117 (101-133)	222 (182-264)	493 (383-571)	992 (768-1190)	1430 (1240-1850)	937
Mujeres	270 (241-302)	68.9 (55.1-82.5)	112 (96.7-130)	234 (197-286)	601 (501-681)	1350 (1100-1630)	2170 (1650-2770)	1027
Raza/grupo étnico								
México-americanos	674 (572-795)	155 (136-217)	301 (252-370)	623 (507-747)	1350 (1090-1660)	3090 (2100-4610)	4940 (3280-7260)	657
Negros no-hispanos	295 (253-344)	66.3 (56.9-83.6)	120 (103-138)	251 (199-313)	651 (528-869)	1850 (1240-2210)	2300 (1780-4470)	416
Blancos no-hispanos	217 (193-244)	72.8 (63.2-82.2)	106 (94.4-127)	191 (169-228)	438 (363-498)	825 (650-992)	1160 (1010-1340)	732

participaban en un estudio sobre el cáncer de mama, la mediana de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del *p,p'*-DDT era de 141 ng/gramo y la del *p,p'*-DDE era de 1,183 ng/gramo (Hoyer et al., 1998). En un estudio realizado de 1989 a 1990 en una población control de California se detectaron concentraciones de *p,p'*-DDE en el 100% de las muestras y la mediana de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del *p,p'*-DDE era de 1,358 ng/gramo (Sturgeon et al., 1998). Estas concentraciones son aproximadamente cinco veces más elevadas que los niveles encontrados en la submuestra de NHANES 1999-2000. La aplicación de DDT en el cuerpo puede tener bastantes efectos. Por ejemplo, una sola aplicación de DDT para evitar contraer la malaria incrementa los niveles de DDT en suero por un factor de siete en las personas a las que se les hizo una prueba un año después de la aplicación (Dua et al.,

1996). El *o,p'*-DDT se detectó en menos del 1% de la población en esta submuestra de NHANES 1999-2000.

Las medias geométricas de los niveles determinados para cada grupo demográfico fueron comparadas según covariables de raza o grupo étnico, edad y sexo. Los adolescentes de 12 a 19 años de edad tenían una concentración dos veces menor de *p,p'*-DDE que los adultos de 20 años en adelante. En forma similar, durante un estudio realizado en 1971 en Argentina se detectaron niveles más bajos de *p,p'*-DDE en los niños que en los adultos (Radomski et al., 1971). Entre los participantes de la encuesta NHANES II se encontró que los niveles de *p,p'*-DDE aumentaban con la edad de la persona (Stehr-Green et al., 1989). En el *Informe* actual no se observaron diferencias en los niveles de *p,p'*-DDE entre hombres y mujeres. Sin embargo, en otros estudios se

Tabla 159. *o,p'*-DDT (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante.

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1669
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	667
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1002
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	796
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	873
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	632
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	354
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	560

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 10.6 ng/g de lípido (SD 3.3, valor máximo 20.7). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

han reportado diferencias en los niveles de DDT o de sus metabolitos entre mujeres y hombres (Waliszewski et al., 1996; Stehr-Green et al., 1989; Finklea et al., 1972; Sala et al., 1999).

En esta submuestra de NHANES 1999-2000, la media geométrica del nivel determinado de *p,p'*-DDE en los México-americanos era 653 ng/gramos o cerca de tres veces más elevada que en los blancos no-hispanos y dos veces más alta que en los negros no-hispanos. Los niveles más elevados de *p,p'*-DDE determinados en la población México-americana son similares a las concentraciones encontradas en un estudio realizado en 1997, en el cual la mayoría de la población control había nacido en México (Balluz et al., 2001). En 1998, la concentración de *p,p'*-DDE en suero de los trabajadores migrantes México-americanos era tres veces mayor que la media geométrica de las concentraciones de los México-americanos que participaron en este *Informe* (Hernandez-Valero et al., 2001). Análisis previos del número total de congéneres de DDT presentes en el tejido adiposo mostraron que los afroamericanos tenían niveles casi dos veces más elevados que los blancos no-hispanos (Kutz et al., 1977). Se desconoce si las diferencias observadas según edad o raza o grupo étnico son un reflejo de diferencias originadas en el tipo de exposición, en su relación con el tamaño del cuerpo o en el metabolismo.

Clordano

Número CAS 12789-03-6 para el grado técnico

y

Heptacloro

Número CAS 76-44-8

Información general

El clordano es un pesticida organoclorado que una vez fue utilizado en la fumigación de cultivos agrícolas y jardines y en la fumigación de termitas en edificaciones. En 1998, la EPA canceló el permiso para la producción y el uso del clordano en los Estados Unidos.

El grado técnico del clordano consiste de varios compuestos químicos relacionados que incluyen *cis-trans*-clordano, *trans*-nonacloro y heptacloro. El clordano se convierte principalmente a oxiclordano durante el proceso metabólico. El heptacloro (que es un pesticida individual) se metaboliza a heptacloro epoxi. No es probable que el clordano sea una fuente de exposición si sólo está presente el heptacloro epoxi y están ausentes el oxiclordano o el *trans*-nonacloro. Debido a que las fumigaciones con pesticidas se hicieron generalmente con clordano de grado técnico, éste se convirtió en la principal forma de exposición a la cual se vieron expuestas las personas. De 1981 a 1982 el heptacloro se aplicó a cultivos de piña en Hawaii que después se utilizaron para alimentar a las vacas productoras de leche. Como resultado de esto, aparecieron concentraciones de heptacloro en los productos derivados de la leche, en la leche materna y en el suero (Baker et al., 1991).

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del oxiclordano, el trans-Nonacloro y el heptacloro epoxi, presentadas en las tablas

No hay recomendaciones generales establecidas para el análisis de las concentraciones de estos metabolitos en suero. Las concentraciones determinadas en esta submuestra de NHANES 1999-2000 son similares a los niveles encontrados en una población control durante 1987 a 1990 (Sturgeon et al., 1998). En las muestras recogidas de una población control de Canadá (n = 70) en 1994, el promedio de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del oxiclordano y del *trans*-nonacloro fue similar a la media geométrica de las concentraciones de esta submuestra de NHANES 1999-2000 (Lebel et al., 1998). El percentil 95 de una submuestra no aleatoria de participantes (Stehr-Green, 1989) de NHANES II (1976-1980) era casi dos veces el nivel del percentil 95 que se presenta en este *Informe*. En otro estudio, Wariishi et al. (1986) encontraron que las medias geométricas de los niveles de *trans*-nonacloro presentes en los adultos japoneses eran similares a los niveles documentados en este *Informe* y que las concentraciones de oxiclordano eran ligeramente más elevadas.

Tabla 160. Oxiclordano (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	20.6 (18.2-22.6)	34.4 (29.9-40.9)	44.8 (41.3-49.6)	1661
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	663
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	23.3 (21.0-26.0)	37.7 (32.7-43.5)	47.7 (43.5-50.6)	998
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	17.8 (15.3-21.1)	31.2 (25.5-40.5)	42.3 (36.3-49.6)	793
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	22.3 (20.0-26.3)	36.7 (30.5-43.1)	46.1 (40.3-51.5)	868
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	16.2 (<LOD-18.8)	28.9 (20.1-37.6)	39.8 (28.9-54.5)	628
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	18.5 (<LOD-26.2)	39.9 (26.2-47.5)	47.5 (40.3-71.5)	350
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	21.8 (18.4-24.9)	34.1 (28.6-41.2)	43.5 (38.0-49.6)	559

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 7.4 ng/g de lípido (SD 2.4, valor máximo 14.5). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Tabla 161. *trans*-Nonacloro (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	18.3 (16.9-19.7)	< LOD	< LOD	17.8 (16.0-19.8)	31.9 (29.0-35.5)	55.1 (47.4-65.5)	79.4 (67.9-86.8)	1933
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	18.8 (<LOD-25.2)	23.4 (18.4-30.1)	664
20 años en adelante	20.8 (19.2-22.6)	< LOD	< LOD	20.6 (18.4-22.9)	35.2 (31.4-39.7)	59.9 (50.7-68.5)	82.2 (71.5-90.4)	1269
Sexo								
Hombres	17.7 (16.4-19.2)	< LOD	< LOD	17.1 (15.0-19.3)	30.0 (27.1-35.4)	51.1 (45.6-59.2)	78.2 (60.2-88.1)	922
Mujeres	18.8 (17.0-20.8)	< LOD	< LOD	18.4 (16.1-21.8)	32.9 (29.5-37.9)	58.7 (46.4-71.5)	80.8 (71.4-96.3)	1011
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	25.0 (22.8-28.3)	40.7 (35.7-50.9)	55.9 (47.7-73.6)	650
Negros no-hispanos	20.3 (17.7-23.2)	< LOD	< LOD	17.5 (15.3-22.5)	35.7 (29.2-44.1)	77.0 (58.5-91.8)	106 (83.9-152)	404
Blancos no-hispanos	19.1 (17.4-20.9)	< LOD	< LOD	18.8 (17.2-21.6)	32.8 (28.9-37.1)	52.5 (44.0-65.5)	74.0 (63.6-85.0)	722

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 7.5 ng/g de lípido (SD 2.4, valor máximo 14.5). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Tabla 162. Heptacloro epoxi (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	15.3 (<LOD-19.8)	23.9 (16.8-35.5)	1589
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	638
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	17.8 (<LOD-24.0)	27.1 (18.5-38.8)	951
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	19.2 (<LOD-27.2)	760
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	18.2 (<LOD-25.5)	27.0 (18.2-46.1)	829
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	15.2 (<LOD-21.4)	21.6 (15.3-46.5)	598
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	19.4 (<LOD-25.6)	336
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	16.5 (<LOD-23.3)	25.2 (14.9-46.1)	539

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 7.5 ng/g de lípido (SD 2.4, valor máximo 14.6). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Mirex

Número CAS 2385-85-5

Información general

El mirex no se produce ni se utiliza en los Estados Unidos desde 1977. Este compuesto químico era utilizado anteriormente en las regiones del sureste de los Estados Unidos para combatir las hormigas rojas.

Interpretación de las concentraciones en suero por gramo de tejido graso del mirex, presentadas en las tablas

No hay recomendaciones generales establecidas para el análisis de las concentraciones de mirex en suero. Por lo general, no se detectaron concentraciones de mirex en suero en la submuestra analizada en este Informe ni en una submuestra no aleatoria de NHANES II (1976-1980). En 1994, la media geométrica de las

concentraciones en suero por gramo de tejido graso de mirex en una población control de mujeres canadienses era de 3.1 nanogramos por gramo de tejido graso (Lebel et al., 1998).

Tabla 163. Mirex (concentración en nanogramos por gramo de tejido graso)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en suero (nanogramos por gramo de tejido graso [ng/g] o partes por billón basadas en el peso del lípido) para la población de Estados Unidos de 12 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 12 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1853
Edad								
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	659
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1194
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	887
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	966
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	617
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	15.5 (<LOD-42.2)	39.5 (<LOD-127)	398
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	688

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, cuyo promedio era 7.4 ng/g de lípido (SD 2.4, valor máximo 14.6). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Pentaclorofenol

Número CAS 87-86-5

Información general

El pentaclorofeno (PCP) se utiliza principalmente como fungicida para proteger la madera en los Estados Unidos. El uso del PCP ha disminuido a lo largo de los años como resultado de las disposiciones establecidas por la EPA en 1984. La población general se ve expuesta al pentaclorofeno por el consumo de alimentos y agua contaminados tanto por la dispersión del PCP o el contacto con residuos de basura contaminada como por el contacto con productos derivados de la transformación de otros compuestos organoclorados (p.ej, HCH, HCB). Las casas que tienen madera tratada con PCP constituyen otra fuente de exposición a este compuesto químico. Los trabajadores que utilizan PCP pueden absorber el compuesto químico mediante la piel y los pulmones. Las

sobredosis accidentales de PCP pueden causar inhibición de la fosforilación oxidativa e hipertemia clínica. La IARC ha determinado que el pentaclorofeno es un posible carcinógeno humano y la EPA lo clasifica como un probable carcinógeno humano.

Interpretación de los niveles de pentaclorofenol en orina presentados en las tablas

La mayoría de las concentraciones de PCP se eliminan en orina como PCP libre y como PCP conjugado con ácido glucurónico y con sulfato. Los resultados presentados en este *Informe* corresponden a las concentraciones totales que incluyen las formas libres y conjugadas del PCP. Los niveles del percentil 95 en una submuestra no aleatoria de participantes de NHANES III (Hill et al., 1995) eran casi ocho veces mayores que los niveles del percentil 95 en los adultos que participaron en este *Informe*. En la Encuesta Ambiental Alemana

Tabla 164. Pentaclorofenol

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/L) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 6 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.30 (.660-2.00)	1994
Edad								
6-11 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.760 (<LOD-1.60)	1.65 (<LOD-2.30)	482
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.650 (<LOD-1.90)	2.00 (.660-5.40)	681
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.10 (<LOD-1.60)	831
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.630 (<LOD-1.20)	1.40 (.660-1.90)	973
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.860 (<LOD-2.00)	1021
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.650 (<LOD-1.90)	696
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.970 (.500-1.64)	1.64 (1.00-2.70)	521
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.30 (.550-2.10)	602

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, que es 0.5 µg/L (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

(*German Environmental Survey*) realizada de 1990 a 1992, las concentraciones de PCP en orina encontradas en los adultos eran de 9.4 µg/L en el percentil 90 y de 12.8 µg/L en el percentil 95. En los niños de 6 a 14 años de edad, los niveles de PCP en orina eran de 11.7 µg/L en el percentil 90 y de 14.9 µg/L en el percentil 95 (Seifert et al., 2000).

reportaron que los niveles determinados en los trabajadores que laboran en la quema de basura municipal y en los sujetos control eran similares a los niveles presentados en este *Informe*.

La *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) establece un índice de exposición biológica de 2 miligramos por gramo de creatinina para el PCP (ACGIH, 2000). Los valores presentados en esta submuestra de NHANES 1999-2000 están muy por debajo de los niveles que indicarían un nivel de exposición peligrosa para los trabajadores. Los trabajadores que participan en el tratamiento de madera para la construcción tienen niveles de PCP en orina muchas veces más altos (Jones et al., 1986) que los niveles encontrados en esta submuestra de NHANES 1999-2000. En otro estudio, Angerer et al. (1992)

Tabla 165. Pentaclorofenol (concentración en microgramos por gramo de creatinina)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/gramo de creatinina) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 6 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.12 (.870-1.29)	1994
Edad								
6-11 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.930 (.553-1.14)	1.39 (.949-2.53)	482
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.525 (.323-1.00)	1.26 (.529-2.51)	681
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.06 (.857-1.26)	831
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.750 (.462-.947)	1.13 (.874-1.53)	973
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.10 (.818-1.26)	1021
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.947 (.692-1.57)	696
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	.713 (.391-1.17)	1.34 (.720-1.57)	521
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.13 (.845-1.26)	602

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección (ver tabla anterior). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Triclorofenoles

Metabolitos de los pesticidas organoclorados

Información general

Los compuestos químicos 2,4,5-triclorofenol (245TCP, Número CAS 95-95-4) y 2,4,6-triclorofenol (246TCP, Número CAS 88-06-2) son metabolitos de varios compuestos organoclorados, entre ellos el HCH, el HCB y el pentaclorofenol. Los triclorofenoles ya no se producen como tales, pero pueden ser generados como productos derivados de la fabricación de otros compuestos aromáticos clorados. Se pueden producir pequeñas cantidades de triclorofenoles durante la combustión de materias naturales y como resultado de la clorinación de aguas residuales que contienen fenoles.

Interpretación de los niveles de triclorofenol en orina presentados en las tablas

Los triclorofenoles se eliminan en la orina como triclorofenoles libres y como triclorofenoles conjugados con ácido glucurónico y con sulfato. Los resultados presentados en este Informe corresponden a las concentraciones totales que incluyen las formas libres y conjugadas de los triclorofenoles. No hay recomendaciones generales establecidas para el análisis de las concentraciones de 245TCP y de 246TCP en orina. Las concentraciones de estos compuestos químicos son más elevadas que las concentraciones analizadas previamente en una submuestra no aleatoria de NHANES III durante 1988 a 1994 (Hill et al., 1995). Los percentiles 90 y 95 de los niveles de 245TCP en los adultos que participaron en este Informe son de tres a seis veces más altos que los mismos percentiles analizados una submuestra no aleatoria de NHANES III. Asimismo,

Tabla 166. 2,4,5-Triclorofenol

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/L) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)					Tamaño de la muestra	
		10	25	50	75	90		95
Total, edades de 6 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.40 (1.00-2.40)	5.40 (2.50-15.0)	16.0 (4.30-39.0)	1998
Edad								
6-11 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.30 (1.20-2.00)	4.60 (2.30-11.0)	11.0 (5.30-23.0)	483
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.60 (1.00-3.10)	5.40 (2.80-22.0)	24.0 (4.70-40.0)	682
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.40 (.970-2.50)	5.30 (2.20-18.0)	18.0 (4.20-46.0)	833
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.40 (1.00-2.60)	5.30 (2.50-8.60)	9.30 (5.20-28.0)	974
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.50 (1.00-3.00)	6.50 (2.20-27.0)	21.0 (3.20-48.0)	1024
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.70 (1.40-3.50)	8.50 (4.70-18.0)	21.0 (12.0-29.0)	697
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.20 (.940-1.90)	4.80 (2.20-7.70)	8.60 (4.20-63.0)	524
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.40 (.960-3.20)	4.50 (2.40-7.50)	9.20 (4.40-25.0)	602

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, que es 0.9 µg/L (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

el percentil 95 de los niveles de 246TCP en los adultos es casi seis veces mayor que el nivel determinado en NHANES III. Los niveles presentados en este *Informe* son también más altos que los niveles reportados en los trabajadores que laboran en la quema de basura municipal, en sujetos control, en la población general de Alemania (Angerer et al., 1992) y también en un grupo de niños control (Hill et al., 1989).

niveles de 246TCP según sexo o raza o grupo étnico. Se desconoce si las diferencias observadas según edad o raza o grupo étnico son un reflejo de diferencias originadas en el tipo de exposición, en su relación con el tamaño del cuerpo o en el metabolismo.

Las medias geométricas de los niveles determinados para cada grupo demográfico fueron comparadas según covariables de raza o grupo étnico, edad, sexo y creatinina urinaria. Los niveles de 246TCP en orina fueron ligeramente más altos en los niños de 6 a 11 años de edad, que en los adolescentes de 12 a 19 años o que en los adultos de 20 años en adelante. Los niveles determinados en los adolescentes de 12 a 19 años de edad fueron mayores que los niveles en los adultos de 20 años en adelante. No se observaron diferencias en los

Tabla 167. 2,4,5-Triclorofenol (concentración en microgramos por gramo de creatinina)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/gramo de creatinina) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 6 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.36 (1.60-3.05)	5.50 (3.16-11.9)	11.9 (4.78-20.0)	1998
Edad								
6-11 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.27 (1.54-3.93)	5.79 (4.03-11.9)	12.8 (5.28-25.4)	483
12-19 años	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.44 (1.03-2.19)	3.77 (2.19-10.8)	11.2 (2.71-17.6)	682
20 años en adelante	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.46 (1.64-3.15)	5.71 (3.16-12.7)	11.7 (4.31-20.0)	833
Sexo								
Hombres	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.67 (1.08-2.92)	4.24 (3.01-9.55)	9.55 (3.91-16.0)	974
Mujeres	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.57 (1.80-4.00)	7.73 (3.01-17.8)	16.2 (4.85-30.2)	1024
Raza/grupo étnico								
México-americanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.49 (1.79-3.90)	6.89 (4.35-11.7)	11.8 (6.90-16.9)	697
Negros no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	1.16 (.831-1.92)	3.39 (2.31-6.08)	6.79 (2.95-18.2)	524
Blancos no-hispanos	*	< LOD	< LOD	< LOD	2.44 (1.60-3.15)	4.72 (3.20-9.55)	9.55 (4.08-19.6)	602

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección (ver tabla anterior). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

* No fue calculada. La proporción de resultados por debajo del límite de detección era demasiado alta para obtener un resultado válido.

Tabla 168. 2,4,6-Triclorofenol

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/L) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 6 años en adelante	2.85 (2.58-3.15)	< LOD	1.20 (<LOD-1.20)	2.45 (2.30-2.70)	4.80 (4.00-6.62)	14.8 (8.80-21.0)	25.0 (17.0-37.0)	1989
Edad								
6-11 años	4.47 (3.53-5.66)	< LOD	2.00 (1.20-2.40)	3.72 (2.80-5.20)	11.0 (5.10-18.0)	24.0 (15.0-35.9)	32.0 (25.0-45.0)	481
12-19 años	3.56 (3.06-4.14)	< LOD	1.50 (1.20-2.20)	3.00 (2.70-3.40)	6.00 (4.70-9.10)	20.0 (11.0-32.0)	37.0 (24.0-47.0)	678
20 años en adelante	2.52 (2.25-2.83)	< LOD	1.20 (<LOD-1.20)	2.40 (2.00-2.50)	4.20 (3.50-5.00)	11.6 (7.59-18.0)	21.0 (13.0-32.0)	830
Sexo								
Hombres	2.92 (2.56-3.33)	< LOD	1.10 (<LOD-1.20)	2.60 (2.30-2.90)	5.10 (3.90-7.79)	15.0 (8.90-21.0)	26.0 (15.0-37.0)	970
Mujeres	2.78 (2.40-3.22)	< LOD	1.20 (<LOD-1.20)	2.40 (2.00-2.60)	4.80 (3.80-6.40)	16.0 (7.50-23.0)	25.0 (16.0-45.0)	1019
Raza/grupo étnico								
México-americanos	2.70 (2.20-3.33)	< LOD	< LOD	2.60 (2.10-3.10)	4.80 (4.10-6.80)	14.0 (8.00-23.0)	22.0 (15.0-32.0)	694
Negros no-hispanos	3.14 (2.47-3.99)	< LOD	1.20 (<LOD-1.70)	2.80 (2.20-3.40)	6.40 (3.80-11.0)	18.0 (11.0-31.0)	32.0 (19.0-49.0)	519
Blancos no-hispanos	2.74 (2.48-3.04)	< LOD	1.20 (<LOD-1.30)	2.45 (2.30-2.80)	4.60 (3.90-6.00)	13.0 (7.70-19.0)	20.0 (13.0-36.0)	601

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección, que es 1.0 µg/L (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).

Tabla 169. 2,4,6-Triclorofenol (concentración en microgramos por gramo de creatinina)

Media geométrica y ciertos percentiles de concentraciones en orina (en µg/gramo de creatinina) para la población de Estados Unidos de 6 años en adelante. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 1999-2000.

	Media geométrica (intervalo de confianza del 95%)	Percentiles seleccionados (intervalo de confianza del 95%)						Tamaño de la muestra
		10	25	50	75	90	95	
Total, edades de 6 años en adelante	2.54 (2.28-2.84)	< LOD	1.17 (.950-1.44)	2.38 (2.12-2.73)	4.91 (3.93-6.09)	12.1 (9.41-16.8)	21.2 (14.9-28.5)	1989
Edad								
6-11 años	4.82 (3.91-5.95)	< LOD	2.22 (1.64-2.93)	4.71 (3.40-6.67)	11.5 (7.59-15.3)	21.8 (15.3-31.1)	31.5 (24.7-33.8)	481
12-19 años	2.40 (2.04-2.83)	< LOD	1.22 (.800-1.57)	2.33 (1.98-2.64)	4.27 (3.38-5.54)	11.6 (7.67-13.5)	14.4 (12.1-20.6)	678
20 años en adelante	2.32 (2.04-2.63)	< LOD	1.04 (.852-1.31)	2.22 (1.89-2.57)	4.25 (3.51-5.44)	9.95 (7.07-14.5)	19.6 (12.4-28.6)	830
Sexo								
Hombres	2.24 (1.92-2.61)	< LOD	.968 (.750-1.30)	2.15 (1.82-2.43)	4.41 (3.64-5.59)	10.8 (7.22-15.3)	17.5 (11.2-28.5)	970
Mujeres	2.88 (2.50-3.32)	< LOD	1.33 (1.05-1.66)	2.63 (2.23-2.96)	5.53 (4.27-6.90)	13.3 (10.1-20.6)	24.7 (16.9-34.4)	1019
Raza/grupo étnico								
México-americanos	2.43 (2.03-2.90)	< LOD	< LOD	2.50 (2.22-2.83)	5.43 (4.04-7.04)	10.8 (8.63-14.7)	18.3 (12.5-21.3)	694
Negros no-hispanos	2.13 (1.72-2.65)	< LOD	.899 (.696-1.27)	1.90 (1.58-2.56)	3.97 (3.01-6.47)	11.6 (5.54-19.5)	19.4 (12.7-25.2)	519
Blancos no-hispanos	2.59 (2.27-2.95)	< LOD	1.24 (1.02-1.57)	2.41 (2.11-2.93)	4.87 (3.83-5.88)	11.2 (7.62-16.9)	19.6 (13.2-31.5)	601

<LOD significa que el valor obtenido está por debajo del límite de detección (ver tabla anterior). (LOD son las siglas en inglés de Limit of Detection).